

## جامعة المنارة

كلية: الصيدلة

اسم المقرر: فيزياء طبية

رقم الجلسة (4)

عنوان الجلسة

قياس التوتر السطحي باستخدام طريقة الفصل



العام الدراسي 2025-2024

الفصل الدراسي الأول

## جدول المحتويات

### Contents

رقم الصفحة	العنوان
3	الغاية من الجلسة
3	مقدمة
4	الأجهزة والأدوات
5	تنفيذ التجربة
6	المراجع

**الغاية من الجلسة:**

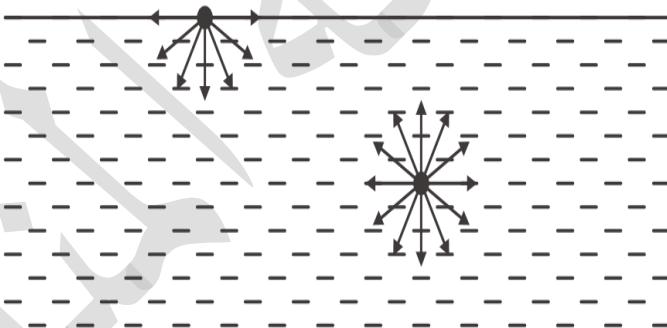
1. تشكيل طبقة سائلة ما بين طرف قرص معدني وسطح سائل.
2. قياس شدة قوة الشد المؤثرة على القرص المعدني، تماماً قبل انفصال الطبقة السائلة المتشكلة عن الحلقة.
3. حساب قيمة التوتر السطحي للماء النقي بالاعتماد على قوة الشد المقاومة.
4. حساب قيمة التوتر السطحي للكحول الإيتيلي بالاعتماد على قوة الشد المقاومة.

**مقدمة:**

تعود ظاهرة التوتر السطحي إلى حقيقة أن الجزيء الواقع على سطح سائل ما يخضع إلى جذب من جزيئات السائل المجاورة، بحيث تكون هذه القوى المؤثرة باتجاه واحد فقط كما هو موضح في الشكل (1). وبالتالي فإن محصلة هذه القوى المؤثرة على هذا الجزيء هي باتجاه داخل السائل وعمودية على السطح.

بغية توسيع السطح، أي لأخذ عدد أكبر من جزيئات السائل السطحية، ينبغي إضافة طاقة بفعل قوى فاندرفالس ما بين الجزيئات. تدعى نسبة الطاقة المضافة  $\Delta E$  إلى جزيئات السائل في درجة حرارة ثابتة إلى تغير سطح هذا السائل  $\Delta A$ ، بالطاقة السطحية أو ما يعرف بالتوتر السطحي للسائل:

$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad (1)$$



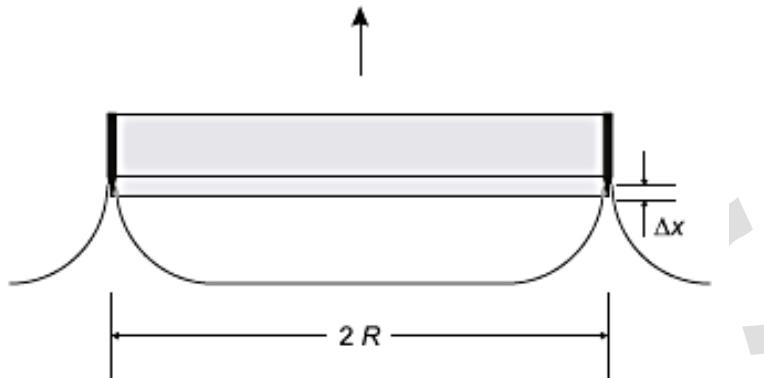
الشكل(1): القوى المؤثرة على جزيء سطحي وأخر في منتصف السائل، بفعل الجزيئات المجاورة لكلا الجزيئين.

يمكن قياس التوتر السطحي، بطرق عديدة. فعلى سبيل المثال يمكن ذلك باستخدام حلقة معدنية ذات حواف حادة، حيث يتم في البدء غمرها بشكل تام في سائل بحيث تصبح رطبة ومبيلة بالكامل. عند سحب هذه الحلقة ببطء من السائل تتشكل طبقة رقيقة من السائل وترتفع مع الحلقة كما هو موضح في الشكل (2). تغير مساحة السطح الداخلي والخارجي لهذه الطبقة السطحية من السائل وفق العلاقة التالية:

$$\Delta A = 4\pi \cdot R \cdot \Delta X \quad (2)$$

حيث أن  $R$  هو نصف قطر الحلقة المعدنية المستخدمة، و  $\Delta X$  هو مقدار ارتفاع هذه الحلقة عن سطح السائل. يتطلب سحب الحلقة باتجاه الأعلى (خارج السائل) مسافة  $\Delta X$  تطبق قوة تعطى بالعلاقة التالية:

$$F = \frac{\Delta E}{\Delta X} \quad (3)$$



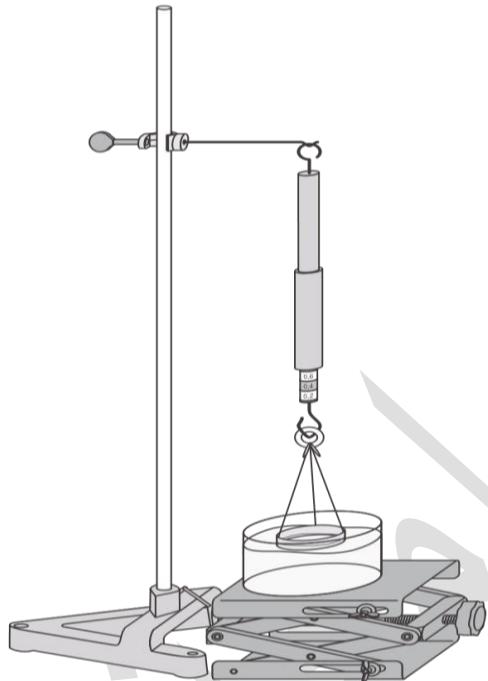
الشكل(2): آلية قياس التوتر السطحي.

ما إن تتجاوز هذه القوة الحد المسموح به تنفصل الطبقة السطحية المتتشكلة عن الحلقة المعدنية. استناداً إلى العلاقات السابقة يعطى التوتر السطحي بالعلاقة التالية:

$$\sigma = \frac{F}{4\pi \cdot R} \quad (4)$$

#### الأجهزة والأدوات (Apparatus):

1. مقياس للتوتر السطحي.
2. دينامومتر لقياس القوة (0.1N).
3. قدم قنوية.
- 4.وعاء من الكريستال، قطره 95mm وارتفاعه .55mm.
5. قاعدة مخبرية يوضع عليها الوعاء المملوء بسائل التجربة.
6. قاعدة على شكل حرف V، بقياس 20cm، لثبيت القضيب المعدني.
7. قضيب معدني بطول 75cm.
8. مشبك مع خطاف في نهايته.
9. سائلين (ماء مقطر وكحول إيتيلي) لتنفيذ التجربة.



الشكل(3): إعداد التجربة المستخدمة لقياس التوتر السطحي بطريقة الفصل.

#### تنفيذ التجربة (Carrying out the experiment)

1. قم بقياس القطر الخارجي للحلقة المعدنية المستخدمة في التجربة، وذلك باستخدام القدم القنوية.
2. قم وبحدر بتنظيف وعاء الكريستال.
3. قم بتعليق الحلقة المعدنية بالخطاف الموجود في نهاية الدينامومتر، ثم علق الاثنين بالقضيب المعدني بحيث تصبح الحلقة معلقة فوق الوعاء تماماً، كما في الشكل(3).
4. ارفع القاعدة المخبرية مسافة 10cm.
5. اضبط مقياس القوة (الدينامومتر) على قيمة الصفر، وذلك باستخدام الأنابيب المتحركة.
6. املأ الوعاء بالماء المقطر.
7. قم بتخفيض المشبك والخطاف الحامل للحلقة المعدنية حتى يغمر الماء المقطر كامل الحلقة.
8. قم الآن وبهدوء وحذر شديدين بتخفيض القاعدة المخبرية، مع مراقبة قيمة قوة الشد على الدينامومتر. حالما يخرج طرف الحلقة المعدنية من السائل، تبدأ طبقة السائل بالتشكل، عند استقرار قوة الشد على قيمة محددة بالرغم من الاستمرار بتخفيض القاعدة المخبرية، فإن طبقة السائل سوف تنفصل في أي لحظة.
9. قم بسرعة بتسجيل قيمة قوة الشد هذه، ثم سجلها في الجدول المرافق.
10. أعد القياس ثلاثة مرات وسجل قيمة القوة الناتجة في كل مرحلة في الجدول (1).
11. احسب المتوسط الحسابي لهذه القيم ثم أحسب قيمة التوتر السطحي للماء المقطر باستخدام العلاقة (4).
12. قارن هذه القيمة مع قيمة التوتر السطحي للماء  $\sigma = 72 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$  المقابلة في درجة حرارة  $25^\circ\text{C}$ .
13. احسب كلاً من الخطأ المطلق والنسبة في القياس، وسجل القيم في الجدول(1).
14. احسب بالطريقة اللوغاريتمية الخطأ المركب في القياس.

15. قم بإفراغ الماء المقطر من الوعاء، جفف كلاً من الوعاء والحلقة المعدنية جيداً.
16. أملئ الوعاء بالكحول الإيثيلي بدلاً من الماء المقطر، ثم كرر القياسات السابقة.
17. قارن هذه القيمة مع قيمة التوتر السطحي للكحول الإيثيلي  $\sigma = 22 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$ .
18. احسب كلاً من الخطأ المطلق والنسيبي في القياس.
19. احسب بالطريقة اللوغاريتمية قيمة الخطأ المركب.
20. ماذا تستنتج من قيم التوتر السطحي للسائلين المختلفين؟
21. ما هو تأثير التوتر السطحي على الأطفال الخدج؟

(1) جدول

$F$ [mN]	$\sigma$ [ $\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$ ]	$\bar{\sigma}$ [ $\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$ ]	$\Delta\sigma$ [ $\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$ ]	$\overline{\Delta\sigma}$ [ $\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$ ]	$\overline{\Delta\sigma}$ $\overline{\sigma}$	$\frac{\overline{\Delta\sigma}}{\overline{\sigma}}$ $\frac{\overline{\Delta\sigma}}{\overline{\sigma}} \%$
$\sigma = \bar{\sigma} \pm \overline{\Delta\sigma}$						

**المراجع (References)**

1. Leybold, LD Physics Leaflets-P2.8.4.1 (Measuring the surface tension using the "break-away" method).